

## 2. Международна система измерителни единици (SI)

Измерването и измерителните единици са се появили, за да задоволят практическите нужди на търговията, земеделието и строителството. До втората половина на XIX век всяка държава има собствени мерки. Със задълбочаване на търговските и научните връзки между отделните страни назрява необходимостта да се създаде система от измерителни единици, която да е обща за всички. През 1875 г. в Париж се провежда международно съвещание, на което представители на 17 държави подписват т.нар. Конвенция на метъра. Възприемат се единицата за дължина – метър и единицата за маса – килограм, равни съответно на дължината и масата на изработените еталони – прототипи, които се пазят в Севър, близо до Париж. През 1988 г. у нас със закон е въведена метричната система, а от 1901 г. България официално се присъединява към Конвенцията на метъра. Сега Генералната конференция по мерки и теглилки (ГКМТ), като неин официален орган единствен има право да взема решение за въвеждането на измерителни единици, да дава техните определения, имената и означенията им.

### Как се създава система измерителни единици

Трябва да се избераат измерителни единици на различните величини, използвани във физиката и техниката. Това би могло да стане произволно, но много ще се усложнят формулите, изразяващи физическите закони, т.к. биха се появили коефициенти в тях. Поради това се избират произволно само единиците на няколко независими една от друга величини, които се наричат *основни*. Единиците на физичните величини, които се изразяват чрез основните единици, се наричат *производни*. Те се получават чрез т. нар. определящи уравнения. Примери за определящи уравнения: за скорост –  $v = s / t$ , за работа –  $A = F s$ , за инерчен момент –  $I = m r^2$ .

Основните и производните измерителни единици за всички величини от физиката и техниката образуват измерителна система. Практиката е показала, че по-удобни са измерителни системи с малък брой основни единици.

Изисквания към създаване система измерителни единици:

- Да бъде универсална – да обхваща експерименталните и теоретичните науки, техниката, производството и стопанската дейност.
- Да има широко международно разпространение.
- Основните единици в системата да са подбрани така, че производните единици да се определят от тях чрез прости и прегледни зависимости без дробни степенни показатели.
- Математическите изрази на физичните закони да имат възможно най-проста и естествена форма като не съдържат изравнителни и корекционни множители, също и еквиваленти.

- Основните единици да се дефинират така, че да се възпроизвеждат с възможно най-голяма точност на измерване.

- Въведените десетични кратни и дробни единици от системата да са с големина, удобна за всички случаи на практиката.

През втората половина на XIX век и първата половина на XX век са действали различни измерителни системи – т. нар. абсолютни системи, повлияни от механистичните философски възгледи на Нютон; системата на Джорджи.

На X ГКМТ през 1954 г. е взето решение за създаване на SI, която от 1974 г. с малки изключения има сегашния си вид.

В състава на SI влизат 7 основни единици, а останалите са производни.

#### Основни единици

1. Единица за дължина – метър, **m**.
2. Единица за маса – килограм, **kg**.
3. Единица за време – секунда, **s**.
4. Единица за електричен ток – ампер, **A**.
5. Единица за термодинамична температура – келвин, **K**.
6. Единица за количество вещество – мол, **mol**.
7. Единица за интензитет на светлината – кандела, **cd**.

#### Производни единици

Получават се посредством математическите изрази на физични закони като произведение или частно на основни и допълнителни единици и степените им, като се спазва условието за кохерентност на системата (да няма дробни степенни показатели). По важните производни единици в SI са дадени в таблица 3.1.

Производните единици са или без собствени имена (напр.  $m/s$ ,  $kg/m^3$ ,  $rad/s^2$ ) или със собствени имена (напр. Pa, V,  $\Omega$ , Hz).

Безразмерните единици за равнинен и за пространствен ъгъл имат свои названия:

1. Единица за равнинен ъгъл – радиан, **rad**.
2. Единица за пространствен ъгъл – стерadian, **sr**.

Таблица 3.1.

величина	единица	означение	
		международно	българско
Лице	квадратен метър	$m^2$	$m^2$
Обем	кубичен метър	$m^3$	$m^3$
Плътност	килограм на кубичен метър	$kg/m^3$	$кг/м^3$
Скорост	метър за секунда	$m/s$	$м/с$
Ъглова скорост	радиан за секунда	$rad/s$	$рад/с$
Ускорение	метър за секунда на квадрат	$m/s^2$	$м/с^2$
Ъглово ускорение	радиан за секунда на квадрат	$rad/s^2$	$рад/с^2$
Честота	херц	Hz	хц
Сила	нютон	N	Н
Налягане	паскал	Pa	Па
Работа, енергия и количество топлина	джаул	J	Дж
Мощност	ват	W	В
Електричен заряд	кулон	C	Кл
Потенциал, електрично напрежение	волт	V	В
Интензитет на електричното поле	волт на метър	V/m	В/м
Електрично съпротивление	ом	$\Omega$	Ом
Електричен капацитет	фарад	F	Ф
Магнитна индукция	тесла	T	Т
Интензитет на магнитното поле	ампер на метър	A/m	А/м
Светлинен поток	лумен	lm	лм
Осветеност	люкс	lx	лк

### Кратни и дробни единици

Въведени са за удобно изразяване на числените стойности на величините. Получават се чрез умножение на основни и производни единици с цяла положителна или отрицателна степен на числото 10. За образуване на имената им се използват представките от таблица 3.2.

Означението на представката се поставя пред означението на единицата без да се поставя разстояние между тях и заедно образуват нова единица (напр. kN, MΩ, GW, mV, μA, nm, pF).

### Граматически особености

Означението на единицата за физична величина е символ (буква, съвкупност от букви или специален знак), означаващ единицата.

Използват се два вида буквени означения: международни (букви от латинската и гръцката азбука) и български. Международните означения са задължителни в научната и техническата литература, в нормативно-техническата документация, при преподаването във висшите и средни учебни заведения, в надписите върху скалите на средствата за измерване и табелките на електроуредите. Българските означения се използват в изданията от общ характер, във всекидневния печат и във временна техническа документация.

Таблица 3.2.

Кратни единици				Дробни единици			
Множител	Представка	Означение		Множител	Представка	Означение	
		Межд.	Българско			Межд.	Българско
10 <sup>1</sup>	дека	da	да	10 <sup>-1</sup>	деци	d	д
10 <sup>2</sup>	хекто	h	х	10 <sup>-2</sup>	санти	c	с
10 <sup>3</sup>	кило	k	к	10 <sup>-3</sup>	мили	m	м
10 <sup>6</sup>	мега	M	М	10 <sup>-6</sup>	микро	μ	мк
10 <sup>9</sup>	гига	G	Г	10 <sup>-9</sup>	нано	n	н
10 <sup>12</sup>	тера	T	Т	10 <sup>-12</sup>	пико	p	п
10 <sup>15</sup>	пета	P	П	10 <sup>-15</sup>	фемто	f	ф
10 <sup>18</sup>	екса	E	Е	10 <sup>-18</sup>	ато	a	а

Означенията на единиците се записват с малки букви (напр. m, kg, s, cd, lm, lx), а когато носят името на учен, означението е главна буква или започва с главна буква (напр. A, K, Pa, Wb).

След означенията на единиците не се поставя точка като знак за съкращение. Означенията на единиците се записват след числените стойности на величините на един ред с тях. Между последната цифра на числото и означението на единицата се оставя един интервал разстояние –

106 N, 303 K. Разстояние няма, когато означението е знак, повдигнат над реда – 33°19'.

Когато дадена единица е произведение от две или повече единици между тях на реда се поставя точка, като знак за умножение – N.m, Pa.s. Ако тя е отношение на единици, като знак за деление се използва само една хоризонтална или наклонена дробна черта – m/s, kg/m<sup>3</sup>. При използване на наклонена дробна черта, когато знаменателят е произведение от две или повече единици, той се поставя в скоби. Отношението на единици може да се изрази и като произведение от тях, повдигнати съответно на положителна или отрицателна степен. Когато в образуваната единица участва отрицателна степен не може да се използва дробна черта.

Примери:

$$\frac{m}{s^2}, m/s^2, m.s^{-2}$$

$$\frac{J}{mol.K}, J/(mol.K), J.mol^{-1}.K^{-1}$$

но не

$$J.mol^{-1}/K \text{ или } J.K^{-1}/mol$$

Ако величината е дадена с нейната абсолютна грешка, означението на единицата се поставя след числената стойност на величината и грешката могат да се поставят в скоби, а означението на единицата се поставя след тях.

Пример:

$$1,23 s \pm 0,01 s \quad , \text{ но не } \quad 1,23 s \pm 0,01$$

$$(1,23 \pm 0,01) s \quad \quad \quad 1,23 \pm 0,01 s$$

#### Извънсистемни единици

БДС позволява използването на единици, които не влизат в SI за неограничен срок от време, поради широката им употреба в практиката. Това са: за време – минута (min), час (h), денонощие (d), година (y), за равнинен ъгъл – градус (°), ъглова минута ('), ъглова секунда ("), за обем – литър (l или L), за маса – тон (t), за температура, температурна разлика – градус Целзий (°C).

#### Преводни множители

Използват се при преминаване от една измерителна единица в друга за конкретна величина.

$$\{X\}_z =_y f_X^z \{X\}_y, \text{ където}$$

$f_{yX}^z$  – преводен множител на величината  $X$  при преминаване от единици  $y$  в единици  $z$ .

Преводните множители се определят или от дефинициите на съответните единици или от експериментални измервания.

${}_{\text{kWh}}f_{\text{E}}^{\text{J}} = ?$  (Преводен множител на величината енергия при преминаване от единица киловатчас в единица джаул).

$$1 \text{ kWh} = 10^3 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot \text{s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$${}_{\text{kWh}}f_{\text{E}}^{\text{J}} = 3,6 \cdot 10^6$$

$${}_{\text{cal}}f_{\text{Q}}^{\text{J}} = 4,1868. \text{ Определен е експериментално}$$

#### Размерност на физичните величини

На всяка физична величина се преписва определена размерност, която изразява връзката ѝ с основните величини. Основни величини са тези, чийто единици са приети за основни. Размерност се означава като  $\text{dim}$  се постави пред буквения знак на величината –  $\text{dim } F$  е размерност на величината сила. Размерностите на основните величини са:

$L$  – за дължина,

$M$  – за маса,

$T$  – за време,

$I$  – за електричен ток,

$\Theta$  – за термодинамична температура,

$N$  – за количество вещество;

$J$  – за интензитет на светлината;

Размерностите на основните величини се получават от зависимостите, с които се дефинират.

Пример:  $\text{dim } F = ?$

$$F = ma, a = \frac{v}{t}, v = \frac{s}{t}$$

$$\text{dim } F = \text{dim } m \cdot \text{dim } a = M \frac{\text{dim } v}{\text{dim } t} = \frac{M}{T} \frac{\text{dim } s}{\text{dim } t} = \frac{ML}{T^2} = MLT^{-2}$$

(Размерността на величината сила е маса по дължина върху време на втора или маса по дължина по време на минус втора.)

При определяне размерността на величината е възможно степенните показатели на основните величини в дясно да са нули. Примери: показател на пречупване на светлината  $n$  в прозрачно вещество, коефициент на триене при хлъзгане  $k$ , относителна диелектрична проницаемост  $\epsilon_r$ , относителна магнитна проницаемост  $\mu_r$ .